futuro
Suplemento de ciencias de **Página|12**
Año 20 / N° 1013 | 15 . 08 . 2009



QUIMICA, CONTAMINACION Y SALUD

Un veneno llamado cadmio

Dimes y diretes del cadmio, un metal desaforado y terrible, descubierto en 1817 por el químico alemán Friedrich Stromeyer, sospechoso de causar muertes por envenenamiento. En la década del ’60 comenzó a limitarse su emisión a la atmósfera, pero si se toman medidas de precaución oportunas este metal no presentaría un peligro para la salud.

Un veneno...

POR RAUL A. ALZOGARAY

Muchos de los más bellos paisajes de Japón se encuentran en la Prefectura de Toyama. Ubicada en Honshu, la principal isla del archipiélago japonés, la región es una fértil llanura cruzada por ríos cristalinos y rodeada por altas cumbres. Gracias a la energía que extrae de las aguas de montaña, Toyama lidera la industria costera de la isla. También se destaca por la gran calidad de su arroz y por una actividad minera que comenzó hace 1200 años.

Durante buena parte del siglo XX, Japón estuvo en guerra con Rusia (1904-1905), China (1937-1945) y Estados Unidos (1941-1945). Estos conflictos generaron una gran demanda de metales, con lo que el crecimiento de la actividad minera en Toyoma aumentó notablemente para satisfacerla. Y con este impulso económico, la mina de Kamioka, propiedad de la Compañía Mitsui, llegó a ocupar un lugar entre las más importantes del mundo. Pero este gran desarrollo tuvo un aspecto negativo: la minería contaminó el ambiente.

Durante años, la mina de Kamioka arrojó sus desechos en el río Jinzu. Los habitantes de la región bebieron las aguas contaminadas y también las usaron para regar los campos de arroz. Después cosecharon el grano contaminado y se lo comieron. Entonces contrajeron una dolorosa enfermedad.

El dolor comenzaba en las piernas y la columna, luego se extendía a otras partes del cuerpo. Los huesos se deformaban y se rompían; disminuía la cantidad de glóbulos rojos y los riñones funcionaban mal. Hubo 5 mil afectados. Todos síntomas que aparecieron en la década de 1910, pero pasaron varias décadas hasta que se reconoció que se trataba de una nueva enfermedad. Un diario local la llamó *Itai-Itai*, reproduciendo la interjección que emitían los doloridos pacientes (en castellano sería algo así como "Ay-Ay"). Y finalmente se determinó que los habitantes de Toyama estaban intoxicados con cadmio.

The Element Collection

Bolas de cadmio puro en estado sólido destinadas a disolverse en baños galvánicos para su resistencia a la corrosión.

48: Cadmium 2,8,18,18,2

Cd

Grez Robson

Diagrama de electrones para depósito de cadmio, elemento 48 en la tabla periódica de elementos.

EN EL CHURRASCO Y LA ENSALADA

El cadmio es un metal azulado y tan blando que se lo puede cortar con un cuchillo. Lo descubrió en 1817 el químico alemán Friedrich Stromeyer, y le puso ese nombre porque lo extrajo de un mineral llamado cadmia (palabra que deriva del griego *Cadmus*, nombre del mítico fundador de la ciudad de Tebas). Si se ordenan los elementos químicos que componen la corteza terrestre según su abundancia, el cadmio ocupa la posición 65, un lugar intermedio.

Sus propiedades son parecidas a las del zinc y es habitual que los mineros los encuentren juntos. Uno de los lugares del planeta más contaminado con cadmio son los alrededores de la mina Shipham (condado de Somerset, Inglaterra). En la década de 1970, los alumnos de una escuela local plantaron lechugas en la tierra del lugar y vieron que las hojas de las plantas se volvían amarillas. El suelo contenía 500 veces más cadmio que lo normal.

En 1966, después de un duro día de trabajo en el puente Severn, en Inglaterra, varios obreros se sintieron enfermos e ignoraban que los pernos habían sido fabricados con una capa externa de cadmio para protegerlos de la corrosión.

VERDE QUE TE QUIERO VERDE

El Programa para el Ambiente de las Naciones Unidas incluyó al cadmio en su lista de los diez contaminantes más peligrosos. Y encontraron que la principal razón de esa enfermedad era que, por la ingesta de ciertos alimentos, se acumulaba en los seres vivos. Plantas como la lechuga, la espinaca y el repollo lo absorben fácilmente del suelo. También lo absorbe el pasto que come el ganado, así que no tenemos escapatoria: ingerimos cadmio cada vez que comemos una ensalada, un asado, un churrasco, una hamburguesa, una tarta de verdura o una manzana.

En promedio, una persona consume unas 25 millonésimas de gramo de cadmio por día (la Organización Mundial de la Salud www.who.int/es considera peligroso consumir más de 70). Como el intestino no lo absorbe bien, la mayor parte sigue de largo; el resto ingresa al organismo y cuando pasa por los riñones es capturado por ciertas proteínas que lo mantienen inmovilizado durante décadas.

Una persona de 50 años lleva en el cuerpo entre 20 y 40 milésimas de gramo de cadmio. Desde un punto de vista toxicológico es una gran cantidad, pero no afecta la salud porque está "atrapada" en los riñones. Pero si el organismo recibe demasiado cadmio, las proteínas que lo capturan no dan abasto y el funcionamiento de los riñones se altera.

VAPORES TOXICOS

Los fumadores incorporan el doble de cadmio que las personas que no fuman, porque inhalan el que se encuentra en las hojas de tabaco (y los pulmones lo absorben mejor que los intestinos). Si se consume cadmio en grandes cantidades durante un largo tiempo, como hicieron sin saberlo los habitantes de Toyama, aparecen los síntomas de la enfermedad Itai-Itai.

En experimentos de laboratorio se observó que el cadmio produce cáncer en las ratas. Sin embargo, no es cancerígeno en los ratones ni en los hamsters. Todavía no está claro si produce este efecto en los humanos, porque los distintos estudios realizados hasta ahora han dado resultados contradictorios.

El cadmio es tan tóxico como una aspirina, aunque menos tóxico que el monóxido de carbono. Se necesitan varios gramos para matar a una persona. Su forma más peligrosa es el vapor que despide cuando se calienta a más de 321ºC.

Los primeros síntomas de la intoxicación se pueden confundir con un resfrío: irritación de garganta, dolor de pecho y tos. Luego aumenta la presión arterial, el cuerpo se debilita, se acumula agua en los pulmones y respirar causa dolor. La ingestión de cadmio provoca náuseas, vómitos, diarrea, dolores musculares y problemas renales. No se conocen antídotos. El único tratamiento disponible consiste en aliviar los síntomas de la intoxicación. Los sobrevivientes tardan meses en recuperar la salud.

Las muertes por envenenamiento con cadmio, ya sean accidentales o intencionales, son muy raras. En 1966, después de un duro día de trabajo en el puente Severn (sobre el río del mismo nombre, en Inglaterra), varios obreros se sintieron enfermos. Todos fueron hospitalizados y uno falleció. Los hombres habían pasado el día aflojando pernos con un soplete dentro de una de las torres de acero del puente. Ignoraban que los pernos habían sido fabricados con una capa externa de cadmio para protegerlos de la corrosión. Sometido al calor del soplete, el cadmio despidió vapores que intoxicaron a los trabajadores.

A FALTA DE ZINC...

Para funcionar bien, los seres vivos necesitamos varios metales. El hierro es esencial para el transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre; el calcio forma parte de los esqueletos; el sodio y el potasio participan, entre otras cosas, en la formación de los impulsos nerviosos. También son imprescindibles el zinc, el magnesio, el cobre, el estaño, el cromo y unos pocos metales más.

El zinc interviene en diversos procesos relacionados con el desarrollo, la longevidad y la fertilidad. Por su parecido con el zinc, se piensa que el cadmio también podría cumplir alguna función vital, pero por el momento en el cuerpo humano no se le conoce ninguna.

A fines del siglo XX se descubrió que las diatomeas, unas algas microscópicas que viven en la superficie del mar, lo usan con un fin específico. Estas algas necesitan zinc para crecer, pero cuando este metal escasea, lo reemplazan con cadmio y siguen creciendo lo más bien.

LOS ENREDOS DEL CADMIO

En febrero de 2002, John Creamer (de 46 años) y su segunda esposa Jayne Reel (de 37), que vivían en St. Petersburg, en el estado de Florida, EE.UU., viajaron a la cercana ciudad de Orlando dispuestos a festejar el Día de los Enamorados. Se alojaron en un hotel y visitaron los Estudios Universal. Después fueron a cenar y regresaron a su habitación pasada la medianoche. Cuando despertó a la mañana siguiente, John descubrió que su esposa estaba muerta. Los familiares de Jayne dijeron que John la había envenenado. También lo acusaron de la muerte de su primera esposa (cosa que nunca fue comprobada).

En la sangre de Jayne se encontraron un analgésico que estaba tomando, bastante alcohol y una alta cantidad de cadmio. Shashi Gore, el médico forense que intervino en el caso, declaró que la causa de muerte fue envenenamiento con cadmio. John fue arrestado el 17 de diciembre de 2002. Unos meses después, Gore leyó en un artículo científico que la cantidad de cadmio en la sangre de los seres humanos aumenta inmediatamente después de la muerte, porque los órganos donde se encuentra acumulado lo liberan al torrente sanguíneo. El artículo había aparecido en una revista científica estadounidense ocho años antes de la muerte de Jayne.

Gore comunicó la novedad a las autoridades. Exhumaron el cuerpo de la mujer y buscaron cadmio en sus órganos (Gore no lo había hecho). Las cantidades de cadmio resultaron normales. John fue liberado después de pasar 315 días entre rejas por un crimen que no había cometido. Un mes después de la muerte de Jayne Reel, Russell Repine, de 61 años, falleció de un ataque cardíaco en Brush Valley (Pennsylvania), 1300 kilómetros al norte de Orlando. Los restos del hombre fueron sepultados, pero los familiares no estaban convencidos de la causa de la muerte. Acudieron al juez y lo convencieron de exhumar y analizar el cuerpo de Russell. Las pruebas toxicológicas revelaron que contenía una cantidad letal de cadmio.

En los meses siguientes se encontraron altas cantidades del metal en otros cadáveres recientes de la misma localidad. En uno de los cuerpos había 200 veces más cadmio que lo normal. Aunque algunas de las muertes se debieron a causas claramente establecidas (ataque al corazón, obstrucción intestinal), se pensó que un asesino serial andaba suelto y se arrestó a un sospechoso.

En febrero de 2002, John Creamer y su segunda esposa Jayne Reel viajaron a Orlando para festejar el Día de los Enamorados. Se alojaron en un hotel y visitaron los Estudios Universal. Cuando despertó a la mañana siguiente, John descubrió que su esposa estaba muerta.

A medida que avanzaban las investigaciones, la idea del asesino serial se volvió poco creíble y fue descartada. También se rechazó la posibilidad de que esas personas hubieran estado expuestas a una fuente natural o industrial de cadmio. Una de las últimas hipótesis fue que las muestras de sangre se habían contaminado en el laboratorio donde se realizaron los análisis. El caso nunca terminó de aclararse. Cyril Wecht, un médico forense que no participó en esta investigación pero analizó las evidencias, declaró que los resultados surgieron de una combinación de "mala ciencia, investigación inadecuada y conclusiones apresuradas".

FUERA DE PELIGRO

La atmósfera terrestre recibe 22 toneladas de cadmio por día. El 90 por ciento proviene de la actividad humana; el resto, de los incendios forestales, los volcanes y el desgaste del suelo y las rocas. Las principales fuentes humanas de cadmio son los fertilizantes, el uso de combustibles fósiles y las industrias del hierro y del acero. El cadmio se obtiene como un subproducto de la industria del zinc. Es un buen conductor de la electricidad que sirve para fabricar componentes electrónicos. También se lo emplea para proteger de la corrosión a otros metales como los pernos del puente de Severn.

Cuando se combina con otros elementos químicos, forma sustancias amarillas, rojas o anaranjadas que se usan para colorear plásticos, vidrios y cerámicas. Además es útil para estabilizar plásticos, porque absorbe la luz ultravioleta que los degrada.

El 80 por ciento de la industria del cadmio se dedica a la fabricación de baterías recargables que duran más, toleran un mayor rango de temperatura y se recargan más rápido que otras baterías. Las baterías de níquel-cadmio tienen numerosas aplicaciones hogareñas (teléfonos inalámbricos, controles remotos, juguetes) e industriales (iluminación de emergencia, vehículos eléctricos, fuentes de energía de trenes y aviones).

En la década de 1960 se comenzó a tomar precauciones para disminuir la liberación de cadmio al ambiente. En los años siguientes disminuyó la cantidad de cadmio en el agua, el suelo y la atmósfera. También se redujo el consumo involuntario a través de los alimentos. A las fábricas que trabajan con cadmio se les recomienda aplicar estrictas reglas de higiene industrial para disminuir al máximo la contaminación del ambiente. Además, los trabajadores deberían ser sometidos a exámenes médicos periódicos para prevenir riesgos. Donde se cumplen estas medidas, el cadmio ya no constituye un peligro para la salud humana.

RADIOGRAFIA DE UN METAL

Nombre	Cadmio
Número atómico	48
Valencia	2
Masa atómica (g/mol)	112,4
Densidad (g/ml)	8,65
Punto de ebullición (ºC)	765
Punto de fusión (ºC)	320,9
Descubridor	Friedrich Stromeyer en 1817

DESDE EL CIELO

Mariano Ribas, desde su observatorio astronómico doméstico (Boedo, Buenos Aires)

Luna llena del 6 de agosto a la 1.20 de la madrugada. Foto tomada con un telescopio reflector de 203 milímetros, acoplado a cámara digital de 7 megapíxeles. Para esta imagen se combinaron doce fotos individuales, procesadas digitalmente por el autor, con el fin de obtener detalles muy finos.

Mariano Ribas, desde su observatorio astronómico doméstico (Boedo, Buenos Aires)

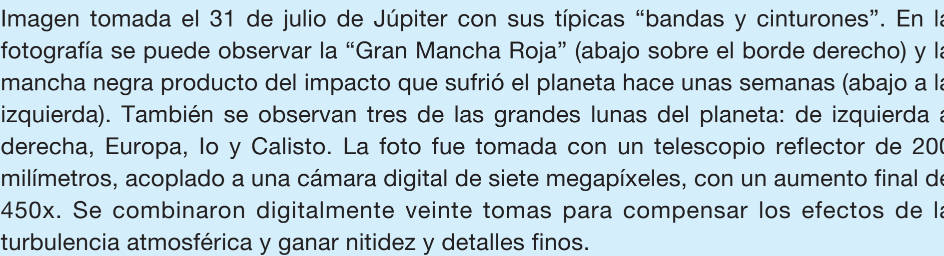
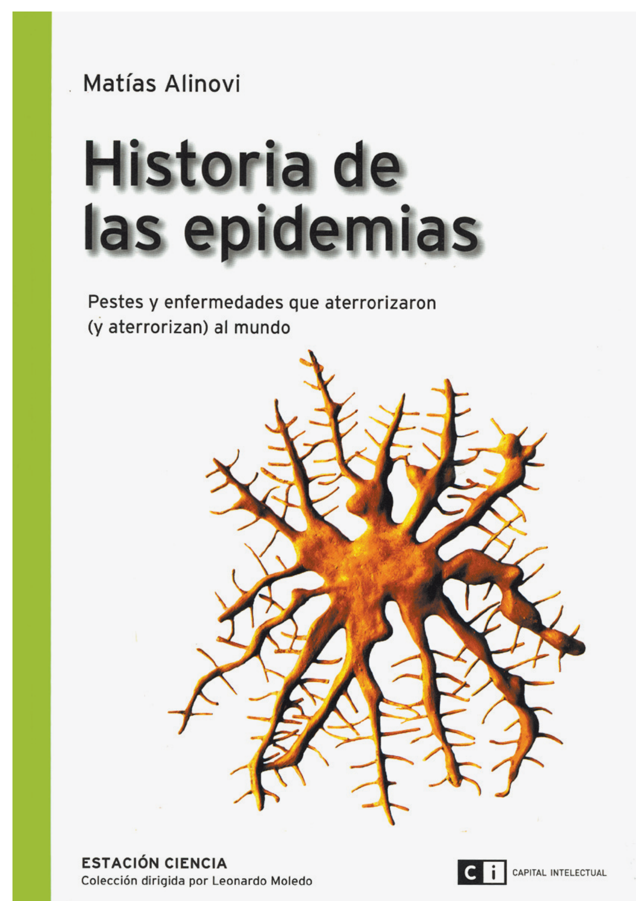


Imagen tomada el 31 de julio de Júpiter con sus típicas "bandas y cinturones". En la fotografía se puede observar la "Gran Mancha Roja" (abajo sobre el borde derecho) y la mancha negra producto del impacto que sufrió el planeta hace unas semanas (abajo a la izquierda). También se observan tres de las grandes lunas del planeta: de izquierda a derecha, Europa, Io y Calisto. La foto fue tomada con un telescopio reflector de 200 milímetros, acoplado a una cámara digital de siete megapíxeles, con un aumento final de 450x. Se combinaron digitalmente veinte tomas para compensar los efectos de la turbulencia atmosférica y ganar nitidez y detalles finos.

Historia de las epidemias



Adelanto exclusivo de la *Historia de las epidemias*, de Matías Alinovi. Aquí un fragmento de la introducción y otro del capítulo dos, La sífilis.

HISTORIA DE LAS EPIDEMIAS
de Matías Alinovi
Ed. Capital Intelectual
Colección Estación Ciencia

Desde el principio, el cronista de las epidemias obedece a una intuición que lo desplaza de su subjetividad. No entiende lo que ve y quizá ni siquiera sobreviva a lo que relata, pero se intuye testigo de unas calamidades cuya explicación, cuyo remedio, llegará en la lectura corrida de una historia de las epidemias, que recogerá su testimonio. Fatalmente, sin embargo, describe desde su subjetividad, arriesgando explicaciones improcedentes, pero intentando al mismo tiempo registrar con impasibilidad de cronista los hechos relevantes –y él no sabe cuáles son– que vendrán a informar aquella historia, los hechos que permitirán a futuros hermeneutas, a ulteriores intérpretes de su texto, encontrar, si no un sentido, sí una explicación racional de las causas. El cronista de las epidemias escribe lo que ve sin entender, para que otros entiendan sin ver.

Como las batallas, las epidemias viven en la crónica, en esa bitácora multitudinaria que constituye un género.

LA SIFILIS

1. El origen

Con la aparición de la sífilis, la crónica de la epidemia debe dar cuenta de un elemento novedoso, ya olvidado por los cronistas: la falta de tradición de una enfermedad. La sífilis irrumpe en Europa en un lugar preciso, en un momento preciso, sin antecedentes visibles, ante el silencio perfecto de Hipócrates y de toda la tradición de los compiladores griegos y árabes, y sin registrar una sola mención en los relatos bíblicos, llenos de apestados y leprosos. La sífilis irrumpe sin nombre, y por eso mismo, sin dignidad de maldición divina, porque la creencia en el castigo inveterado debe apoyarse en un prestigio.

El silencio de las fuentes es el argumento irrebatible de quienes, en Europa, sostienen el origen americano de la enfermedad. Escribe Voltaire que a su juicio –aunque la opinión ya es tradicional en su época–, dos cosas prueban que se debe la sífilis a América. La primera es la multitud de autores, de médicos y de cirujanos del siglo XVI que atestiguan esa verdad. Argumento débil, poco o nada definitivo, extraño a la irreverencia de Voltaire, que en el párrafo anterior se ha burlado de los compiladores porque se limitan a repetir lo que otros han sostenido, erróneamente, antes –que la sífilis y la lepra son el mismo mal, un intento por crearle una tradición a la sífilis asimilándola a otra enfermedad, que Diderot secundará en la Enciclopedia–. Argumento peligroso, que podría volverse contra el propio Voltaire, que sobre el punto no hace sino repetir lo que otros han dicho antes. Falso argumento de autoridad por el número: no eran más reales los miasmas cuando toda la Universidad de París confirmaba su existencia.

El segundo argumento de Voltaire también remite a la autoridad de las fuentes, pero esta vez a su silencio, y eso lo vuelve, quizás, irrebatible. Dice Voltaire: "Es el silencio de todos los médicos y de todos los poetas de la antigüedad, que no conocieron jamás esta enfermedad, y que jamás pronunciaron su nombre. Yo considero aquí el silencio de los médicos y de los poetas como una prueba igualmente demostrativa. Los primeros, empezando por Hipócrates, no hubieran dejado de describir la enfermedad, de caracterizarla, de darle un nombre, de buscar algún remedio. Los poetas, tan malévolos como abnegados son los médicos, habrían hablado, en sus sátiras, de la blenorragia, del chancro, de todo lo que precede a este mal horrible, y de todas sus consecuencias: pero no encontraréis un solo verso en Horacio, en Catulo, en Marcial, en Juvenal, que tenga la menor relación con la sífilis, mientras que se explayan, todos, con tanto agrado sobre todos los efectos de la orgía".

> **Con la aparición de la sífilis, la crónica de la epidemia debe dar cuenta de un elemento novedoso, ya olvidado por los cronistas: la falta de tradición de una enfermedad.**

Lo cierto es que en el origen de la sífilis sólo hay un hecho concreto e incontrovertible: las primeras alusiones europeas a la enfermedad coinciden con el retorno de los expedicionarios de Colón. Esa vuelta señala el comienzo de una operación curiosa en el género de la epidemia: la invención de una tradición.

Pero hay otra novedad en la sífilis: unos síntomas precisos que parecen indicar, inequívocamente, el modo en que se opera el contagio. La sífilis es, desde el principio, una enfermedad venérea. Esa certeza inhabilita una discusión importante, porque implica otras, propia de la crónica de la epidemia: la de la forma de la transmisión. Y al inhabilitarla, prácticamente desarticula la crónica.

La retórica de la ira divina ante las iniquidades de los hombres, cuyo brazo científico habían sido los miasmas colectivos, que indiferenciadamente descienden sobre el pueblo, es ya insostenible. La sífilis se contrae en el acto venéreo con un sifilítico. La transmisión es individual, y si la enfermedad es un castigo, será, en todo caso, el castigo por una conducta personal. Ese pasaje del apestado anónimo al sifilítico individual, del miasma a Venus, de la resignación a la determinación (preservarse de la enfermedad es, quizá por primera vez, un acto de la voluntad, basta con la castidad), de la compilación a la experimentación, indican que si la peste es una enfermedad medieval, la sífilis es definitivamente renacentista.

Pero además el acto venéreo es una tradición personal que el sifilítico está obligado a revisar. Y esa revisión aleja aún más la enfermedad del prestigio de lo antiguo, de la inescrutabilidad de la ira divina, presentándola como el resultado de una cadena causal de conductas personales, de decisiones personales. La revisión de la cadena causal es un movimiento propio de la enfermedad venérea que concentra la atención en el mecanismo del contagio. Voltaire no pasa por alto las posibilidades paródicas del contagio sexual, y narra que cuando Cándido (1759) reencuentra a su antiguo profesor de filosofía, el doctor Pangloss, en el primer momento no lo reconoce. Lo que encuentra Cándido es un mendigo, cubierto de pústulas, que lo reconoce a él. Es Pangloss. Cándido le pregunta por la "razón suficiente" que lo ha llevado a estado tan penoso, y Pangloss le responde que ha sido el amor. Cándido quiere precisiones mayores, cómo tan bella causa ha podido producir en el filósofo un efecto tan abominable. Pangloss responde:

–Tú has conocido, amado Cándido, a Paquita, aquella linda doncella de nuestra augusta baronesa. En sus brazos gocé las delicias del paraíso, que han producido estos tormentos del infierno que ahora me consumen; estaba infectada, y quizá los tormentos la hayan matado ya. Paquita había recibido aquel presente de un franciscano instruidísimo, que se remontó hasta las fuentes para averiguar el origen de su mal; a él se lo había pasado una vieja condesa, la cual lo había recibido de un capitán de caballería, que lo hubo de una marquesa, a quien se lo dio un paje, que lo cogió de un jesuita, el cual, siendo novicio, lo había recibido en línea recta de uno de los compañeros de Cristóbal Colón. Yo, por mi parte, no se lo daré a nadie, porque he de morir muy pronto.

–Pero Pangloss –exclamó Cándido– ¡qué extraña genealogía! ¿No es una estirpe que remonta al diablo?

–En modo alguno –replicó aquel varón eminente–; era algo indispensable en el mejor de los mundos, un ingrediente necesario, pues si Colón no hubiera atrapado en una isla de América esta enfermedad que envenena el manantial de la generación, y que a menudo hasta llega a impedirla, y que manifiestamente se opone al gran objetivo de la naturaleza, no tendríamos chocolate ni cochinilla, y se ha de notar que hasta el día de hoy, en nuestro continente, esta dolencia nos es peculiar, no menos que la teología escolástica. Todavía no se ha introducido en Turquía, en la India, en Persia, en China, en Siam ni en el Japón; pero hay razón suficiente para que allí la padezcan dentro de algunos siglos. Mientras tanto, ha hecho maravillosos progresos entre nosotros, especialmente en los grandes ejércitos, que constan de honrados mercenarios muy bien educados, los cuales deciden la suerte de los países; y se puede afirmar con certeza que cuando pelean treinta mil hombres en una batalla campal contra un ejército igualmente numeroso, hay cerca de veinte mil sifilíticos por bando.

> **En el origen de la sífilis sólo hay un hecho concreto: las primeras alusiones europeas a la enfermedad (la sífilis) coinciden con el retorno de Colón.**

En el relato de Pangloss –en la lucidez irreverente de Voltaire– está todo: la sífilis es una enfermedad venérea, sin tradición, de supuesto origen americano, traída a Europa por los compañeros de Colón, propagada por los ejércitos, y, en general, por los efectos de una conducta personal vituperable.

AGENDA CIENTIFICA

MATEADAS CIENTIFICAS DARWINIANAS

Seguramente, 2009 quedará registrado, por las múltiples actividades que se organizaron en torno de su figura, como el hito que celebró como nunca antes el descubrimiento de la Teoría de la Evolución. En el año en el cual se celebran 200 años del nacimiento de Charles Darwin y 150 de la publicación de *El origen de las especies*, la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) organizará, el jueves 20 de agosto a las 16.30, una mateada científica donde el doctor Esteban Hasson –investigador del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la Facultad de Ciencias Exactas y del Conicet– dialogará con el público sobre la figura y la obra del gran científico inglés. Entre mate y mate, el encuentro con el biólogo será en el Centro Cultural de la UNGS, en Roca y Muñoz, San Miguel. Para más información, los interesados pueden llamar al 4451-7924/5 o ingresar a www.ungs.edu.ar/novedades.